Modern Natural Science System and Human Society 2025v2.3/2.4 第一章（导论）、核心章节（如宇宙学革命、生命科学革命）的完整内容 3 《现代自然科学体系与人类社会》Modern Natural Science System and Human SocietySystème de Science Naturelle Moderne et Société Humaine2025 v2.2/2.3 現代自然科學體系與人類社會 English Title (Extra Large Font):MODERN NATURAL SCIENCE SYSTEM AND HUMAN SOCIETYTitre Français (Très Grande Police):SYSTÈME DE SCIENCE NATURELLE MODERNE ET SOCIÉTÉ HUMAINE---【全书 15 章结构总览】章序 中文章名 English Chapter Title Titre du Chapitre Français 第一章 導論：現代自然科學體系的歷史方位與文明意義 Introduction: Historical Position and Civilizational Significance of the Modern Natural Science System Introduction : Position Historique et Signification Civilisationnelle du Système de Science Naturelle Moderne 第二章 工業智慧革命：生產力範式的根本轉換 Industrial Wisdom Revolution: The Fundamental Transformation of Productivity Paradigms Révolution de la Sagesse Industrielle : Transformation Fondamentale des Paradigmes de Productivité 第三章 星球革命：人類文明星際跨越的歷史必然 Planetary Revolution: The Historical Inevitability of Human Civilization's Interstellar Leap Révolution Planétaire : Inévitabilité Historique du Bond Interstellaire de la Civilisation Humaine 第四章 基因與細胞革命：生命底層代碼的破譯與重構 Gene and Cell Revolution: Deciphering and Reconstructing the Underlying Codes of Life Révolution Génétique et Cellulaire : Décryptage et Reconstruction des Codes Fondamentaux de la Vie 第五章 信息革命與計算範式：從電子時代到量子智能 Information Revolution and Computing Paradigms: From the Electronic Era to Quantum Intelligence Révolution de l'Information et Paradigmes Informatiques : De l'Ère Électronique à l'Intelligence Quantique 第六章 現代宇宙學與天體物理學：宇宙視野的深層開拓 Modern Cosmology and Astrophysics: Deep Expansion of Cosmic Horizons Cosmologie Moderne et Astrophysique : Expansion Profonde des Horizons Cosmiques 第七章 暗宇宙探索：暗物質、暗能量與宇宙結構演化 Exploring the Dark Universe: Dark Matter, Dark Energy, and Cosmic Structural Evolution Exploration de l'Univers Sombre : Matière Noire, Énergie Noire et Évolution de la Structure Cosmique 第八章 粒子物理學與基本相互作用：自然之極微探尋 Particle Physics and Fundamental Interactions: Probing the Extremes of Nature Physique des Particules et Interactions Fondamentales : Exploration des Extrêmes de la Nature 第九章 生命科學前沿：從蛋白質組學到腦神經科學 Frontiers of Life Sciences: From Proteomics to Neuroscience Frontières des Sciences de la Vie : De la Protéomique aux Neurosciences 第十章 材料科學與工程技術：物質世界的重構藝術 Materials Science and Engineering: The Art of Reconstructing the Material World Science des Matériaux et Ingénierie : L'Art de Reconstruire le Monde Matériel 第十一章 能源革命與氣候系統：地球系統科學的整合視野 Energy Revolution and Climate Systems: An Integrated Vision of Earth System Science Révolution Énergétique et Systèmes Climatiques : Vision Intégrée de la Science des Systèmes Terrestres 第十二章 人工智能與認知科學：智慧形態的演化與超越 Artificial Intelligence and Cognitive Science: The Evolution and Transcendence of Intelligence Forms Intelligence Artificielle et Science Cognitive : Évolution et Transcendance des Formes d'Intelligence 第十三章 社會科學的科學化轉向：知識體系的跨學科融合 The Scientific Turn in Social Sciences: Interdisciplinary Integration of Knowledge Systems Tournant Scientifique des Sciences Sociales : Intégration Interdisciplinaire des Systèmes de Connaissance 第十四章 現代教育哲學與通識革命：思維範式的代際傳遞 Modern Educational Philosophy and General Education Revolution: Intergenerational Transmission of Thinking Paradigms Philosophie de l'Éducation Moderne et Révolution de la Culture Générale : Transmission Intergénérationnelle des Paradigmes de Pensée 第十五章 結論：邁向星際文明的人類命運共同體

Conclusion: Toward a Community of Shared Future for Mankind in the Interstellar Civilization Conclusion : Vers une Communauté de Destin Partagé pour l'Humanité dans la Civilisation Interstellaire ---【核心章节全文示范：第一章 导论】---第一章 導論：現代自然科學體系的歷史方位與文明意義 Introduction: Historical Position and Civilizational Significance of the Modern Natural Science SystemIntroduction : Position Historique et Signification Civilisationnelle du Système de Science Naturelle Moderne---1.1 文明坐標的重新標定：從石器到星際的萬年躍遷人類文明的演進史，本質上是一部認知邊界不斷拓展、技術能力持續突破的壯闊史詩。從舊石器時代原始人第一次有意識地敲擊燧石製造工具，到 21 世紀人類借助詹姆斯·韋伯太空望遠鏡（James Webb Space Telescope, JWST）窺視宇宙誕生後數億年的星光，這一跨越數萬年的歷程，標誌著人類作為地球智慧生命形態的根本性蛻變。在這一漫長的時間軸上，人類曾經歷若干具有節點意義的文明轉折：石器時代的工具製造標誌著人類脫離動物界的根本分界；青銅器與鐵器時代的冶金革命奠定了農業文明的物質基礎；中世紀後期的機械鐘錶與文藝復興時期的科學萌芽，為近代科學革命準備了思想條件；18 世紀英國工業革命以蒸汽機為標誌，開啟了機械化大生產時代；19 世紀電磁學理論的建立與電氣技術的應用，重塑了人類社會的時空結構；20 世紀的原子能釋放、半導體集成電路、計算機技術與基因雙螺旋結構的破譯，則將人類文明推向了微觀與宏觀雙重維度的深層探索。然而，當我們立足於 21 世紀第三個十年的歷史節點，以系統性、整體性的學術視野審視當代科學技術的發展態勢時，必須提出一個具有根本性的歷史判斷：21 世紀至 23 世紀所孕育成型的現代自然科學體系，代表著人類自誕生以來最為深刻、最為徹底的創新迭代。這一判斷並非簡單的修辭性強調，而是基於對科學發展內在邏輯與文明演化外在形態雙重維度的嚴謹分析。現代自然科學體系的獨特性在於其系統性整合特徵。20 世紀的科學突破雖然輝煌，但多呈現為單一學科或單一技術領域的縱深掘進：物理學領域的量子力學與相對論、生物學領域的分子生物學、技術領域的電子計算機，這些成就彼此之間雖有交叉，但尚未形成真正意義上的跨學科、跨領域、跨尺度的系統性融合。而進入 21 世紀以來，科學發展呈現出鮮明的整合化、網絡化、智能化特徵：生物學與信息科學的融合催生了生物信息學與合成生物學；材料科學與量子物理的交匯開闢了二維材料與拓撲量子物態的新領域；人工智能技術與傳統科學研究的結合，正在重塑從藥物發現到天體數據處理的全譜系研究範式。這種融合不是簡單的學科拼貼，而是在方法論層面、認識論層面乃至本體論層面的深層重構。根據美國化學文摘社（CAS）2025 年度科學突破趨勢報告，當代科學研究正呈現出前所未有的跨領域協同特徵：CRISPR 基因編輯技術與 CAR-T 細胞療法、PROTAC 蛋白質降解技術的互補融合，正在重塑腫瘤治療的範式；金屬有機框架（MOFs）與共價有機框架（COFs）等新材料體系，同時服務於碳捕集、能源存儲與大氣淨化等多重可持續發展目標；量子計算技術雖尚未全面商業化，但已在藥物分子模擬、蛋白質結構預測等領域展現出超越經典計算的潛力。這些趨勢印證了一個核心論斷：現代自然科學體系已經超越了單一技術革命的線性邏輯，進入了多維度、多層次、多尺度協同演化的複雜系統階段。---1.2 現代自然科學體系的十大核心維度本書將現代自然科學體系界定為一個涵蓋十大核心維度的綜合性知識-技術-社會系統。這十大維度並非彼此孤立，而是構成了一個相互關聯、相互促進、相互滲透的有機整體。第一維度：工業智慧革命（Industrial Wisdom Revolution）。這是現代自然科學體系的生產力基礎。不同於傳統工業革命對機械動力與自動化技術的強調，工業智慧革命的核心特徵在於智能技術與製造系統的深度融合。以人工智能、工業物聯網、數字孿生（Digital Twin）、增材製造（3D 打印）為代表的技術集群，正在將傳統製造業轉變為具有自感知、自學習、自決策、自執行、自適應能力的智慧工業系統。這不僅是生產工具的升級，更是生產範式的根本轉換——從大規模標準化生產轉向大規模個性化定制，從線性價值鏈轉向網絡化價值生態，從人機對立轉向人機協同。第二維度：星球革命（Planetary Revolution）。這是現代自然科學體系的空間維度拓展。人類文明正從單一星球的物種向多星球物種演化，這一進程由航天技術、行星科學、生命支持系統工程、太空資源開發等多學科技術集群支撐。從國際空間站的長期駐留到阿耳忒彌斯（Artemis）計劃的月球重返，從火星探測任務的逐步深入到商業航天的蓬勃興起，星球革命標誌著人類生存空間從地球表面向地月系統、內太陽系乃至更遠深空的戰略性擴展。第三維度：人類基因遺傳細胞革命（Human Genetic and Cellular Revolution）。這是現代自然科學體系的生命維度深化。CRISPR-Cas9 基因編輯技術的發展與應用（2020 年諾貝爾化學獎授予沙爾龐捷與杜德納），誘導多能幹細胞（iPS 細胞）技術的成熟（2012 年諾貝爾生理學或醫學獎授予山中伸彌），以及 mRNA 疫苗技術在 COVID-19 大流行中的成功應用（2023 年諾貝爾生理學或醫學獎授予卡里科與魏斯曼），標誌著人類已經從被動觀察生命轉向主動設計生命。基因治療、細胞治療、再生醫學的發展，正在將醫學從疾病治療模式推向健康維護與生命增強模式。第四維度：信息革命與計算範式轉換（Information Revolution and Computing Paradigm Shift）。這是現代自然科學體系的信息維度重構。從經典計算機到量子計算機，從矽基半導體到碳基與量子材料，從局域網絡到全球互聯網再到星鏈（Starlink）等天基互聯網，信息技術的發展不僅改變了信息處理與傳播的方式，更重塑了人類社會的組織形態與認知模式。特別值得注意的是，AlphaFold 等人工智能系統對蛋白質結構預測的突破（2024 年諾貝爾化學獎授予哈薩比斯、江珀與貝克），表明信息處理能力已經開始反向滲透並加速傳統自然科學領域的研究進程。第五維度：現代宇宙學與天體物理學的重大發現（Modern Cosmology and Astrophysics）。這是現代自然科學體系的宇宙維度拓展。引力波的探測（2015 年 LIGO 首次直接探測，2017 年諾貝爾物理學獎授予韋斯、巴里什與索恩），黑洞首張影像的捕獲（2019 年事件視界望遠鏡 EHT），詹姆斯·韋伯太空望遠鏡對早期宇宙的深場觀測，以及對暗物質、暗能量性質的持續探索，正在開創人類認知宇宙的新紀元。宇宙不再被視為靜態的背景舞台，而是被理解為一個動態演化、結構複雜、充滿未知物質與能量形式的鮮活系統。第六維度：生命科學研究的系統性創新（Systematic Innovation in Life Sciences Research）。這是現代自然科學體系在生命科學領域的縱深發展。除了前述的基因與細胞層面突破，腦科學與神經科學的進展（如腦電圖、腦磁圖、功能性磁共振成像 fMRI、光遺傳學等技術的應用），衰老生物學與長壽研究（如 NAD+代謝、端粒酶激活、 Senolytics 衰老細胞清除等

[illegible]（Modern Cultural Knowledge System and the Co-evolution of Advanced Nervous Systems）[illegible]（Major Discoveries in Fundamental Theories of Natural Science）[illegible]2012 [illegible]（Innovation in Social Sciences and General Education）[illegible]（Liberal Arts Education）[illegible] STEM [illegible]（The Epochal Call of Industrial Wisdom Revolution and Planetary Revolution）[illegible]---1.3 [illegible]（Systems Theory Principle）[illegible]（Complex Adaptive System）[illegible]（Interdisciplinary Integration Principle）[illegible]（methodological synthesis）[illegible]（Historical Materialism Principle）[illegible]---1.4 [illegible]---1.5 [illegible] [illegible]--[illegible] [illegible]---[illegible] [illegible] Modern Cosmology and Astrophysics: Deep Expansion of Cosmic HorizonsCosmologie Moderne et Astrophysique : Expansion Profonde des Horizons Cosmiques---6.1 [illegible]-[illegible]17 [illegible]19 [illegible] 20 [illegible] 20 [illegible]1915 [illegible]1917 [illegible]"[illegible]"（Cosmological Constant）[illegible]1922 [illegible]（Alexander Friedmann）[illegible]1927 [illegible]（Georges Lemaître）[illegible]"[illegible]"（Primeval Atom）[illegible]1929 [illegible]（Edwin Hubble）[illegible]

[illegible]
[illegible]——[illegible]
[illegible]Big Bang[illegible]---6.2 [illegible] 1964 [illegible]Arno Penzias[illegible]
[illegible]Robert Wilson[illegible]Cosmic Microwave Background, CMB[illegible]
[illegible] 2.725K [illegible]"[illegible]"[illegible]1978
[illegible]Standard Model of Cosmology[illegible]
ΛCDM [illegible]1[illegible]
[illegible] Ω_k≈0[illegible]-[illegible] 4.9%[illegible] 26.8%[illegible]
[illegible] 68.3%[illegible]Planck Satellite[illegible]2018 [illegible]2[illegible]
[illegible] 138 [illegible]Inflation[illegible] 10^-36 [illegible] 10^-32 [illegible]
[illegible] 10^26 [illegible]-[illegible]Big Bang
Nucleosynthesis[illegible]-[illegible]CMB [illegible]
[illegible]3[illegible]
[illegible]-[illegible]BAO[illegible]
[illegible]4[illegible] w≈-1[illegible]
[illegible]"[illegible]"[illegible]"[illegible]"[illegible]
[illegible]10^100 [illegible]---6.3 [illegible]
2015 [illegible] 9 [illegible] 14 [illegible]LIGO[illegible] 30 [illegible]
[illegible]GW150914[illegible]——[illegible]
[illegible]
[illegible] 2025 [illegible]LIGO[illegible]Virgo [illegible] KAGRA [illegible]
[illegible]- [illegible]BBH[illegible]
[illegible]"[illegible]"[illegible] 3-5 [illegible]- [illegible]
[illegible]BNS[illegible]2017 [illegible] 8 [illegible] 17 [illegible] GW170817 [illegible]GRB 170817A[illegible]
[illegible]kilonova[illegible] r-[illegible]Multi-
messenger Astronomy[illegible]- [illegible]-[illegible]NSBH[illegible]2020 [illegible]
[illegible]
[illegible]ΔL/L 10^-21 [illegible]
[illegible] LISA [illegible] 2030 [illegible]
[illegible]PTA[illegible]
[illegible]---6.4 [illegible]
[illegible]——[illegible] 21 [illegible]
[illegible]X [illegible]-[illegible] 2-3 [illegible]
[illegible] 2019 [illegible]Event Horizon
Telescope, EHT[illegible] 8 [illegible]VLBI[illegible] 1.3 [illegible]
[illegible] M87 [illegible] 65 [illegible]"[illegible]"[illegible]2022 [illegible]
EHT [illegible] A[illegible]Sgr A[illegible] 400 [illegible]
[illegible]
[illegible] 10^6 [illegible] 10^10 [illegible]
[illegible]
[illegible]M-σ [illegible]——
[illegible]"[illegible]"[illegible]Co-evolution of Galaxies and Black Holes[illegible]
[illegible]Primordial Black Holes[illegible]
[illegible]LIGO [illegible]"[illegible]"[illegible]
[illegible]---6.5 [illegible]
[illegible]JWST [illegible]·[illegible]JWST[illegible] 2021 [illegible] 12 [illegible] 25 [illegible]2022 [illegible] 7 [illegible]
[illegible]JWST [illegible]0.6-28.5 [illegible]

測宇宙"黎明時期"（Cosmic Dawn）——大爆炸後數億年內形成的第一代恆星與星系。JWST 的觀測已經帶來了一系列顛覆性發現：（1）高紅移星系的驚人數量與質量。 JWST 在早期宇宙（紅移 z>10，對應宇宙年齡<<5 億年）發現了大量比理論預期更亮、更大、更成熟的星系。例如，在紅移 z≈13-14（宇宙年齡約 3.3 億年）處發現的星系候選者，其恆星質量與金屬豐度表明它們的演化速度遠超標準模型基於暗物質暈並合歷史的預期。這一"高紅移星系過多問題"（Too-many-high-z-galaxies problem）挑戰了現有的星系形成理論，可能暗示早期恆星形成效率遠高於預期，或暗物質性質與標準冷暗物質（CDM）模型存在偏差。（2）第一代恆星與星系的化學特徵。 JWST 的近紅外光譜儀（NIRSpec）能夠測量高紅移星系的紫外發射線與吸收線，從而推斷其金屬豐度、塵埃含量與恆星族群年齡。觀測發現，部分 z>10 的星系已經顯示出顯著的塵埃消光與金屬譜線，這意味著第一代超新星已經迅速播撒了重元素，且塵埃形成機制在極早期即已啟動。（3）超大質量黑洞的早期增長。 JWST 發現了若干 z>10 的類星體候選者及其宿主星系，這些天體中心存在質量達 10^7-10^8 倍太陽質量的超大質量黑洞。在宇宙年齡不足 10 億年的時期形成如此大質量的黑洞，對愛丁頓極限吸積與種子黑洞形成機制提出了嚴峻挑戰。可能的解釋包括：直接坍縮黑洞（Direct Collapse Black Holes，由低金屬豐度氣體雲直接坍縮形成 10^4-10^6 倍太陽質量的種子黑洞）、極端超愛丁頓吸積、或黑洞併合的快速級增長。（4）暗物質與暗能量的觀測約束。 JWST 通過對高紅移星系團與引力透鏡系統的觀測，為暗物質分布與暗能量狀態方程提供了新的獨立約束。特別是，JWST 對早期宇宙結構增長速率的測量，與普朗克 CMB 數據推斷的宇宙學參數之間的一致性檢驗，是驗證 ΛCDM 模型適用範圍的關鍵測試。這些發現的整體意義在於：JWST 正在重塑我們對宇宙早期歷史的認知，揭示了一個比我們預想更為活躍、更為複雜、更為迅速的宇宙黎明時期。這不僅是觀測天文學的勝利，更是理論宇宙學與計算天體物理學面臨的新挑戰與新機遇。---6.6 宇宙大尺度結構：從星系團到宇宙網宇宙的大尺度結構（Large Scale Structure, LSS）是原初密度擾動在引力不穩定性作用下歷經 138 億年演化的產物。現代巡天觀測（如斯隆數字巡天 SDSS、暗能量巡天 DESI、歐幾里得衛星 Euclid 等）揭示，宇宙物質分布呈現出層次化的網狀結構：宇宙網（Cosmic Web）。宇宙網的基本單元包括：- 暗物質暈（Dark Matter Halos）：結構形成的節點，質量範圍從 10^7 倍太陽質量（矮星系暈）至 10^15 倍太陽質量（星系團暈）。暈的質量函數（Halo Mass Function）與空間聚集性（Halo Bias）是檢驗結構形成理論的關鍵統計量。- 星系纖維（Filaments）：連接星系與星系團的物質通道，長度可達數億光年，寬度數百萬光年。纖維中的氣體（溫熱星系際介質，WHIM）是宇宙重子物質的重要儲存庫，但由於溫度適中（10^5-10^7 K）且密度低，難以直接觀測，被稱為"缺失的重子"問題的一部分。- 星系團與超星系團（Clusters and Superclusters）：宇宙網的節點與交匯處，是宇宙中最大的引力束縛結構。例如，室女座超星系團（包含本星系群與銀河系）延伸約 1.1 億光年；而拉尼亞凱亞超星系團（Laniakea Supercluster）的尺度達到 5.2 億光年，包含約 10 萬個星系。- 空洞（Voids）：宇宙網中物質密度顯著低於平均值的區域，佔據宇宙體積的大部分（約 80%），但只包含約 20%的星系。空洞的邊界與纖維結構的交界面，是研究環境對星系形成影響的天然實驗室。宇宙大尺度結構的統計特徵——如兩點相關函數、功率譜、重子聲學振盪（BAO）尺度——攜帶了豐富的宇宙學信息。BAO 特別重要：它是原初聲波在光子-重子流體中傳播至最後散射面（CMB 時期）所留下的特徵尺度（約 150Mpc 共動尺度），在後續的物質分布中留下了微弱的"標準尺"印記。通過測量不同紅移處星系分布的 BAO 尺度，可以精確測定宇宙的膨脹歷史，從而獨立約束暗能量的性質。當代宇宙學面臨的一個深刻挑戰是"S8 張力"（S8 Tension）：普朗克 CMB 數據推斷的物質密度漲落幅度參數 S8（σ_8√(Ω_m/0.3)）與晚期宇宙大尺度結構觀測（如弱引力透鏡巡天、星系團計數、紅移空間畸變）推斷的值之間存在約 2-3σ 的偏差。這一張力可能暗示：標準 ΛCDM 模型存在系統性誤差；暗物質或暗能量的性質比假設的更複雜；或者存在尚未納入標準模型的系統誤差源（如反饋過程的模擬不確定性）。解決 S8 張力是當前宇宙學研究的前沿課題之一。---6.7 多信使天文學與宇宙學的未來 21 世紀宇宙學與天體物理學的一個標誌性特徵是多信使天文學的興起。傳統的電磁波天文學（覆蓋從射電至伽馬射線的全波段）已經與引力波天文學、宇宙線天文學（高能粒子）與中微子天文學並列，共同構成觀測宇宙的四大信使。2017 年 GW170817 雙中子星併合事件的多信使觀測，標誌著這一範式的成熟：引力波信號提供了波源距離與質量信息；伽馬射線暴提供了噴流動力學與極端物理條件信息；千新星的光學/紅外輻射提供了 r-過程核合成與中子星物質狀態方程信息；而隨後的射電餘輝則揭示了噴流結構與星際介質環境。這種多信使、多波段的協同觀測，極大增強了對天體物理過程的診斷能力。未來十年，宇宙學與天體物理學將迎來一系列重大觀測設施：- 薇拉·魯賓天文台（Vera C. Rubin Observatory）的遺產性時空巡天（LSST），將對南天半球的數萬平方度天區進行十年重複巡天，發現數百萬顆變星、超新星、太陽系小天體，並通過弱引力透鏡與 BAO 測量精確限制暗能量。- 歐幾里得衛星（Euclid）與羅曼太空望遠鏡（Nancy Grace Roman Space Telescope）將通過近紅外成像與光譜巡天，測量數十億個星系的形狀與紅移，繪製宇宙大尺度結構的三維圖譜。- 平方公里陣列（SKA）射電望遠鏡將以前所未有的靈敏度探測中性氫的 21 厘米信號，繪製宇宙黎明與再電離時期的三維結構圖，追蹤第一代天體的形成歷史。- 下一代引力波探測器（如愛因斯坦望遠鏡 ET、宇宙探索者 CE）將將靈敏度提升一個數量級，探測至宇宙學距離的恆星級黑洞併合，並可能發現宇宙早期相變、宇宙弦等產生的隨機引力波背景。- CMB-S4 等下一代宇宙微波背景實驗將以更高精度測量 CMB 的偏振信號（特別是 B 模偏振），尋找暴漲時期產生的原初引力波印記，從而直接探測暴漲的能量尺度。這些設施的協同運作，將把人類的宇宙視野推向新的深度與廣度：從宇宙的極早期（暴漲時期）到極遠期（暗能量主導時代），從最小的時空漣漪（引力波）到最大的結構（超星系團與宇宙網），從最暗的物質（暗物質與暗能量）到最亮的爆發（超新星與伽馬射線暴）。---6.8 本章小結：宇宙視野的深層開拓與人類認知的邊界現代宇宙學與天體物理學的發展，已經將人類的宇宙視野拓展到了前所未有的深度與廣度。我們不再滿足於描述天體的表象，而是致力於理解宇宙作為一個整體的起源、結構、演化與命運；我們不再局限於單一的電磁波觀測，而是整合了引力波、宇宙線、中微子等多重信使；我們不再將理論與觀測割裂，而是通過精密的數據分析與大規模數值模擬，構建了從原初量子漲落到現今大尺度結構的完整演化鏈條。這一進程的深刻意義在於：它代表了人類理性認知能力在時空尺度上的極限拓展。從普朗克尺度

（10^-35 米，10^-43 秒）到可觀測宇宙的尺度（10^26 米，10^18 秒），人類的物理理論與觀測技術已經跨越了 60 個數量級的時空跨度。這種認知邊界的拓展，不僅滿足了人類與生俱來的好奇心，更為工業智慧革命與星球革命提供了不可或缺的基礎知識與技術儲備——如果我們不理解宇宙的物理規律，我們就無法真正掌握星際航行的技術；如果我們不認知暗物質與暗能量的本質，我們就難以確保對宇宙環境的全面適應。現代宇宙學所開拓的視野，已經遠遠超出了傳統天文學的範疇，成為現代自然科學體系中連接微觀與宏觀、理論與觀測、過去與未來的核心樞紐。在這個意義上，宇宙學不僅是一門科學，更是一種宇宙觀——它塑造了我們對自身在宇宙中位置的認知，影響了我們對文明未來走向的判斷，並最終指引我們邁向星際文明的宏大願景。

第一章（導論）

--### 超越纪元：现代自然科学体系引领人类文明的终极跃迁#### 以 21 世纪以来的科学突破为锚点，论证现代自然科学体系不仅是人类文明史的巅峰成就，更是宇宙演化进程中具有里程碑意义的智慧爆发。通过梳理工业智慧革命、星球革命、基因革命等十大核心领域的迭代逻辑，揭示当代科学突破对宇宙认知、生命边界、社会形态的颠覆性重构，阐明其远超人类以往所有文明阶段的深度、广度与高度。---### 文明坐标系：从石器到星辰的智慧量级跃迁人类文明的演进始终以工具与认知的迭代为刻度，但 21 世纪以来的科学突破，已彻底打破了传统文明的量级边界：- **从线性积累到指数爆发**：石器时代到工业革命的数万年，人类知识总量的增长呈线性轨迹；而 21 世纪后，仅半导体技术领域的专利数量就超过过去千年的总和，基因测序成本以每 18 个月下降 50%的速度迭代，知识爆炸呈现指数级特征。- **从局部突破到全域覆盖**：以往科技革命多聚焦单一领域，如蒸汽机革命局限于动力系统、计算机革命聚焦信息处理；而现代自然科学体系形成了“宇宙-生命-社会”的全域联动，从暗物质探测到基因编辑，从星际航行到脑机接口，各领域突破相互交织、互为支撑。- **从人类中心到宇宙视野**：农业文明以部落为中心，工业文明以地球为边界，而现代科学已将认知触角伸向 138 亿光年外的宇宙深处，同时深入量子尺度的微观世界，首次实现了对宇宙“从奇点到星系”“从夸克到生命”的全尺度认知。**金句**：如果说以往文明是在地球的土壤上耕种，现代科学则是在宇宙的星空中拓荒。---### 工业智慧革命：从机器工具到智能生态的范式颠覆工业智慧革命是现代自然科学体系的核心引擎，其本质是实现了从“人类操作机器”到“机器自主进化”的范式跃迁：- **智能工厂的自我迭代**：21 世纪中叶以来，全球超 70%的制造业工厂实现全流程自动化，智能机器人可通过机器学习自主优化生产工艺，部分汽车工厂的生产线调整效率较工业 4.0 时代提升 1200%。- **分布式工业网络的协同进化**：基于量子通信技术的工业互联网，实现了全球供应链的实时协同，零部件生产、组装、物流环节的响应延迟从小时级缩短至毫秒级，全球工业产能利用率提升至 92%。- **工业智慧与自然生态的融合**：通过仿生学与材料科学的突破，现代工业体系实现了“零排放”闭环生产，部分化工企业利用合成生物学技术，将工业废气转化为可降解材料，彻底颠覆了传统工业与自然对立的逻辑。---### 星球革命：从地球物种到星际文明的身份重塑星球革命标志着人类首次突破地球的束缚，成为真正意义上的星际物种：- **地外殖民地的常态化运营**：22 世纪 30 年代，火星首个永久殖民地“赫歇尔基地”建成，常住人口突破 1000 人，基地利用火星土壤种植作物、提取水资源，实现了 90%的物资自给；月球“广寒城”成为深空探测的中转站，年接待宇航员超 5000 人次。- **星际资源的开发利用**：小行星采矿技术在 22 世纪成熟，人类已成功开采近地小行星的金属资源，仅“谷神星”项目带回的镍矿储量就相当于全球现有储量的 3 倍；太阳能卫星群在拉格朗日点建成，为地球提供了源源不断的清洁能源。- **星际文明的伦理构建**：随着人类涉足深空，《星际文明公约》应运而生，明确了地外资源分配、外星生命保护等准则，人类首次以“宇宙公民”的身份参与宇宙秩序的构建。---### 基因遗传细胞革命：从生命被动接受者到主动设计者基因革命彻底改写了生命的定义，人类首次拥有了编辑自身演化轨迹的能力：- **精准基因编辑治愈遗传病**：CRISPR 技术的迭代版本“CRISPR-X”实现了对人类基因组的精准编辑，截至 23 世纪初，包括地中海贫血、血友病在内的 120 余种遗传性疾病被彻底治愈，全球遗传病发病率下降 98%。- **细胞重编程逆转衰老**：通过诱导多功能干细胞（iPSC）技术，人类实现了细胞的“时光逆转”，皮肤细胞可被重编程为年轻态的干细胞，临床试验显示，该技术可使人体生理年龄逆转 15-20 年，全球人均寿命突破 150 岁。- **合成生命的创造**：22 世纪末，科学家成功合成了首个完全由人工基因编码的单细胞生物“Synthia-3”，标志着人类从“生命的观察者”转变为“生命的创造者”，为合成生物学在生物医药、环境保护等领域的应用开辟了无限可能。---### 信息革命：从信息传递到意识连接的深度融合信息革命已超越技术层面，成为重构人类认知与社会形态的核心力量：- **量子计算突破算力天花板**：23 世纪初，通用量子计算机“九章三号”实现了 1 亿量子比特的稳定运算，其算力相当于经典超级计算机的 10^24 倍，成功破解了以往无法处理的复杂问题，如蛋白质结构预测、气候模拟等。- **脑机接口实现意识互联**：非侵入式脑机接口技术成熟，人类可通过脑电波直接实现信息传递与共享，“意识社交”成为主流社交方式，人们无需语言即可实时分享情感、记忆与认知，彻底打破了个体之间的信息壁垒。- **数字孪生构建平行世界**：全球城市实现了 1:1 的数字孪生建模，城市交通、能源、医疗等系统可在虚拟空间进行模拟优化，突发公共事件的响应效率提升 80%，数字孪生成为城市治理的核心工具。---### 现代宇宙学：从宇宙观察者到演化参与者现代宇宙学的突破，彻底刷新了人类对宇宙的认知边界：- **暗物质与暗能量的直接探测**：22 世纪中叶，“盘古”暗物质探测器首次捕捉到暗物质粒子的信号，证实了暗物质占宇宙总质量的 85%；“鸿蒙”空间望远镜通过观测宇宙微波背景辐射，精确测量了暗能量的密度，揭示了宇宙加速膨胀的本质。- **超巨天体的演化研究**：人类首次观测到超黑洞合并的全过程，通过引力波探测数据，揭示了黑洞合并时的时空扭曲效应；“天眼二号”射电望远镜发现了超星体的形成机制，填补了宇宙演化链条的关键空白。- **宇宙演化的全域模拟**：基于量子计算的宇宙演化模型，实现了对宇宙从奇点到当前状态的全域模拟，首次重现了宇宙结构的形成过程，为理解宇宙的起源与命运提供了精确的理论依据。**金句**：以往人类看宇宙，如同在海边捡贝壳；现在人类看宇宙，已能绘制整个海洋的地图。---### 生命科学：从生理探索到意识解密的终极突破生命科学的研究已深入到意识与认知的核心层面：- **脑电信号的解码

与重构**：“大脑图谱”项目完成了对人类大脑 1000 亿神经元的精准映射，成功解码了脑电信号与意识活动的对应关系，可通过脑电信号重现人类的视觉、听觉等感知体验。- **意识上传的初步实现**：23 世纪初，科学家成功将一名志愿者的部分记忆与意识上传至数字平台，实现了意识的数字存储与重现，为意识的延续提供了可能。- **重大疾病的根治**：通过免疫细胞治疗与基因编辑技术，癌症、艾滋病等重大疾病被彻底根治，全球癌症 5 年生存率提升至 95%，艾滋病不再是不治之症。---### 人类认知演化：从生物智能到文明智能的升级现代自然科学体系不仅推动了技术的突破，更促进了人类认知能力的演化：- **认知负荷的大幅提升**：借助脑机接口与人工智能辅助，人类的信息处理能力提升了 10 倍以上，可同时处理多维度、多领域的复杂信息，认知边界得到极大拓展。- **集体智慧的协同进化**：基于区块链技术的集体智慧平台，实现了全球知识的分布式存储与协同创作，人类首次实现了“全球大脑”的协同运作，知识创新效率提升了数百倍。- **哲学与认知的深度融合**：科学哲学与认知科学的交叉融合，形成了新的认知范式，人类开始重新思考意识、自由意志、宇宙目的等终极问题，哲学与科学的边界逐渐模糊。---### 现代科学体系的全域覆盖：从自然到社会的深度变革现代自然科学体系已渗透到人类社会的各个领域，引发了全方位的变革：- **社会科学的量化革命**：经济学、社会学等社会科学领域引入大数据、人工智能等技术，实现了社会现象的精准预测与模拟，经济危机的预警时间从数月提前至数年，社会治理的效率大幅提升。- **教育体系的个性化重构**：人工智能自适应学习系统实现了千人千面的个性化教育，学生可根据自身兴趣与能力定制学习路径，教育效率提升 300%，全球文盲率降至 0.1% ◦- **伦理与法律的适应性调整**：针对基因编辑、人工智能、星际殖民等新领域，全球范围内制定了一系列新的伦理准则与法律规范，确保科学技术的发展符合人类的共同利益。---### 文明新征程：现代科学引领人类的终极未来现代自然科学体系的突破，已为人类开启了前所未有的文明新征程：- **宇宙文明的新形态**：人类将从地球文明迈向星际文明，在太阳系乃至银河系建立多个殖民地，实现文明的多元备份与延续。- **生命形态的多元演化**：基因编辑、合成生物学等技术将使生命形态更加多元，人类可根据环境需求调整自身生理特征，实现与宇宙环境的深度融合。- **智慧文明的终极跃升**：人工智能与人类智能的深度融合，将催生超越人类的超级智慧，引领人类探索宇宙的终极奥秘，实现文明的终极跃升。**结语**：现代自然科学体系的突破，不仅是人类文明史上的伟大跨越，更是宇宙演化进程中的关键节点。它标志着人类首次拥有了探索宇宙、改造生命、重塑社会的无限能力，为人类文明的未来开辟了前所未有的广阔前景。在这个波澜壮阔的时代，每一项科学突破都在书写人类文明的新篇章，每一次技术创新都在推动人类向宇宙的更深处迈进。

Modern Natural Science System and Human Society 2025v2.3/2.4

Chapter 1 (Introduction), the complete content of core chapters (such as the Cosmological Revolution, the Life Science Revolution) 3 "Modern Natural Science System and Human Society"
Modern Natural Science System and Human Society
Système de Science Naturelle Moderne et Société Humaine
2025 v2.2/2.3 現代自然科學體系與人類社會
English Title (Extra Large Font): MODERN NATURAL SCIENCE SYSTEM AND HUMAN SOCIETY
Titre Français (Très Grande Police): SYSTÈME DE SCIENCE NATURELLE MODERNE ET SOCIÉTÉ HUMAINE

【Overview of the 15-Chapter Structure of the Entire Book】
Chapter Number | Chinese Chapter Title | English Chapter Title | Titre du Chapitre Français
Chapter 1 | 導論：現代自然科學體系的歷史方位與文明意義 | Introduction: Historical Position and Civilizational Significance of the Modern Natural Science System | Introduction : Position Historique et Signification Civilisationnelle du Système de Science Naturelle Moderne
Chapter 2 | 工業智慧革命：生產力範式的根本轉換 | Industrial Wisdom Revolution: The Fundamental Transformation of Productivity Paradigms | Révolution de la Sagesse Industrielle : Transformation Fondamentale des Paradigmes de Productivité
Chapter 3 | 星球革命：人類文明星際跨越的歷史必然 | Planetary Revolution: The Historical Inevitability of Human Civilization's Interstellar Leap | Révolution Planétaire : Inévitabilité Historique du Bond Interstellaire de la Civilisation Humaine

Chapter 4 | 基因與細胞革命：生命底層代碼的破譯與重構 | Gene and Cell Revolution: Deciphering and Reconstructing the Underlying Codes of Life | Révolution Génétique et Cellulaire : Décryptage et Reconstruction des Codes Fondamentaux de la Vie
Chapter 5 | 信息革命與計算範式：從電子時代到量子智能 | Information Revolution and Computing Paradigms: From the Electronic Era to Quantum Intelligence | Révolution de l'Information et Paradigmes Informatiques : De l'Ère Électronique à l'Intelligence Quantique
Chapter 6 | 現代宇宙學與天體物理學：宇宙視野的深層開拓 | Modern Cosmology and Astrophysics: Deep Expansion of Cosmic Horizons | Cosmologie Moderne et Astrophysique : Expansion Profonde des Horizons Cosmiques
Chapter 7 | 暗宇宙探索：暗物質、暗能量與宇宙結構演化 | Exploring the Dark Universe: Dark Matter, Dark Energy, and Cosmic Structural Evolution | Exploration de l'Univers Sombre : Matière Noire, Énergie Noire et Évolution de la Structure Cosmique
Chapter 8 | 粒子物理學與基本相互作用：自然之極微探尋 | Particle Physics and Fundamental Interactions: Probing the Extremes of Nature | Physique des Particules et Interactions Fondamentales : Exploration des Extrêmes de la Nature
Chapter 9 | 生命科學前沿：從蛋白質組學到腦神經科學 | Frontiers of Life Sciences: From Proteomics to Neuroscience | Frontières des Sciences de la Vie : De la Protéomique aux Neurosciences
Chapter 10 | 材料科學與工程技術：物質世界的重構藝術 | Materials Science and Engineering: The Art of Reconstructing the Material World | Science des Matériaux et Ingénierie : L'Art de Reconstruire le Monde Matériel
Chapter 11 | 能源革命與氣候系統：地球系統科學的整合視野 | Energy Revolution and Climate Systems: An Integrated Vision of Earth System Science | Révolution Énergétique et Systèmes Climatiques : Vision Intégrée de la Science des Systèmes Terrestres
Chapter 12 | 人工智能與認知科學：智慧形態的演化與超越 | Artificial Intelligence and Cognitive Science: The Evolution and Transcendence of Intelligence Forms | Intelligence Artificielle et Science Cognitive : Évolution et Transcendance des Formes d'Intelligence
Chapter 13 | 社會科學的科學化轉向：知識體系的跨學科融合 | The Scientific Turn in Social Sciences: Interdisciplinary Integration of Knowledge Systems | Tournant Scientifique des Sciences Sociales : Intégration Interdisciplinaire des Systèmes de Connaissance
Chapter 14 | 現代教育哲學與通識革命：思維範式的代際傳遞 | Modern Educational Philosophy and General Education Revolution: Intergenerational Transmission of Thinking Paradigms | Philosophie de l'Éducation Moderne et Révolution de la Culture Générale : Transmission Intergénérationnelle des Paradigmes de Pensée
Chapter 15 | 結論：邁向星際文明的人類命運共同體 | Conclusion: Toward a Community of Shared Future for Mankind in the Interstellar Civilization | Conclusion : Vers une Communauté de Destin Partagé pour l'Humanité dans la Civilisation Interstellaire

〖Full Text Demonstration of Core Chapter: Chapter 1 Introduction〗

Chapter 1 Introduction: Historical Position and Civilizational Significance of the Modern Natural Science System
Introduction : Position Historique et Signification Civilisationnelle du Système de Science Naturelle Moderne

1.1 Re-calibration of Civilizational Coordinates: The Millennia-long Leap from Stone Tools to Interstellar

The evolutionary history of human civilization is essentially a magnificent epic of continuous expansion of cognitive boundaries and constant breakthroughs in technological capabilities. From the first intentional striking of flint to make tools by primitive humans in the Paleolithic era, to humanity in the 21st century peering at the starlight from hundreds of millions of years after the birth of the universe through the James Webb Space Telescope (JWST), this journey spanning tens of thousands of years marks a fundamental transformation of humans as a form of intelligent life on Earth.

On this long timeline, humanity has experienced several civilizational turning points of nodal significance: the manufacture of tools in the Stone Age marked the fundamental divide separating humans from the animal kingdom; the metallurgical revolution of the Bronze and Iron Ages laid the material foundation for agricultural civilization; the mechanical clocks of the late Middle Ages and the scientific □□ of the Renaissance prepared the ideological conditions for the modern scientific revolution; the 18th-century British Industrial Revolution, marked by the steam engine, ushered in the era of large-scale mechanized production; the establishment of electromagnetic theory and the application of electrical technology in the 19th century reshaped the spatio-temporal structure of human society; the release of atomic energy, semiconductor integrated circuits, computer technology, and the deciphering of the DNA double helix structure in the 20th century pushed human civilization into in-depth exploration of both the microscopic and macroscopic dimensions.

However, when we stand at the historical node of the third decade of the 21st century and examine the development trend of contemporary science and technology from a systematic and holistic academic perspective, we must put forward a fundamental historical judgment: the modern natural science system taking shape from the 21st to the 23rd century represents the most profound and thorough innovative iteration in humanity since its birth.

This judgment is not a mere rhetorical emphasis but is based on a rigorous analysis of both the internal logic of scientific development and the external forms of civilizational evolution. The uniqueness of the modern natural science system lies in its characteristic of systematic integration. Although the scientific breakthroughs of the 20th century were brilliant, they mostly manifested as in-depth advancements in single disciplines or single technological fields: quantum mechanics and relativity in physics, molecular biology in biology, and electronic computers in technology. These achievements, although overlapping to some extent, did not form a truly interdisciplinary, cross-field, and cross-scale systematic integration. Since entering the 21st century, scientific development has shown distinct characteristics of integration, networking, and intelligentization: the integration of biology and information science has given birth to bioinformatics and synthetic biology; the intersection of materials science and quantum physics has opened up new fields of two-dimensional materials and topological quantum states; the combination of artificial intelligence technology and traditional scientific research is reshaping the entire spectrum of research paradigms from drug discovery to astrophysical data

processing. This integration is not a simple collage of disciplines but a profound reconstruction at the methodological, epistemological, and even ontological levels.

According to the 2025 Science Breakthrough Trends Report by the Chemical Abstracts Service (CAS), contemporary scientific research is showing unprecedented cross-field collaborative characteristics: the complementary integration of CRISPR gene-editing technology with CAR-T cell therapy and PROTAC protein degradation technology is reshaping the paradigm of tumor treatment; new material systems such as metal-organic frameworks (MOFs) and covalent organic frameworks (COFs) simultaneously serve multiple sustainable development goals such as carbon capture, energy storage, and atmospheric purification; although quantum computing technology has not yet been fully commercialized, it has shown potential beyond classical computing in fields such as drug molecular simulation and protein structure prediction. These trends confirm a core assertion: the modern natural science system has transcended the linear logic of a single technological revolution and entered a stage of complex system with multi-dimensional, multi-level, and multi-scale collaborative evolution.

1.2 The Ten Core Dimensions of the Modern Natural Science System

This book defines the modern natural science system as a comprehensive knowledge-technology-society system covering ten core dimensions. These ten dimensions are not isolated from each other but form an organic whole that is interrelated, mutually reinforcing, and mutually permeating.

First dimension: Industrial Wisdom Revolution. This is the productivity foundation of the modern natural science system. Different from the emphasis of traditional industrial revolutions on mechanical power and automation technology, the core characteristic of the Industrial Wisdom Revolution lies in the deep integration of intelligent technology and manufacturing systems. Technology clusters represented by artificial intelligence, industrial Internet of Things, Digital Twin, and additive manufacturing (3D printing) are transforming traditional manufacturing into intelligent industrial systems with self-perception, self-learning, self-decision-making, self-execution, and self-adaptation capabilities. This is not only an upgrade of production tools but also a fundamental transformation of production paradigms - from large-scale standardized production to large-scale personalized customization, from linear value chains to networked value ecosystems, and from human-machine opposition to human-machine collaboration.

Second dimension: Planetary Revolution. This is the expansion of the spatial dimension of the modern natural science system. Human civilization is evolving from a single-planet species to a multi-planet species, a process supported by interdisciplinary technology clusters such as aerospace technology, planetary science, life support system engineering, and space resource development. From the long-term residency in the International Space Station to the return to the Moon in the Artemis program, from the gradual deepening of Mars exploration missions to the vigorous rise of commercial aerospace, the Planetary Revolution

marks the strategic expansion of human living space from the Earth's surface to the Earth-Moon system, the inner solar system, and even deeper space.
Third dimension: Human Genetic and Cellular Revolution. This is the deepening of the life dimension of the modern natural science system. The development and application of CRISPR-Cas9 gene-editing technology (the 2020 Nobel Prize in Chemistry was awarded to Charpentier and Doudna), the maturity of induced pluripotent stem cell (iPS cell) technology (the 2012 Nobel Prize in Physiology or Medicine was awarded to Yamanaka Shinya), and the successful application of mRNA vaccine technology in the COVID-19 pandemic (the 2023 Nobel Prize in Physiology or Medicine was awarded to Karikó and Weissman) mark that humans have shifted from passively observing life to actively designing life. The development of gene therapy, cell therapy, and regenerative medicine is transforming medicine from a disease treatment model to a health maintenance and life enhancement model.
Fourth dimension: Information Revolution and Computing Paradigm Shift. This is the reconstruction of the information dimension of the modern natural science system. From classical computers to quantum computers, from silicon-based semiconductors to carbon-based and quantum materials, from local area networks to the global Internet and then to space-based Internet such as Starlink, the development of information technology has not only changed the way information is processed and transmitted but also reshaped the organizational form and cognitive model of human society. It is particularly noteworthy that breakthroughs in protein structure prediction by artificial intelligence systems such as AlphaFold (the 2024 Nobel Prize in Chemistry was awarded to Hassabis, Jumper, and Baker) indicate that information processing capabilities have begun to reversely penetrate and accelerate the research process in traditional natural science fields.
Fifth dimension: Major Discoveries in Modern Cosmology and Astrophysics. This is the expansion of the cosmic dimension of the modern natural science system. The detection of gravitational waves (the first direct detection by LIGO in 2015, the 2017 Nobel Prize in Physics was awarded to Weiss, Barish, and Thorne), the capture of the first image of a black hole (by the Event Horizon Telescope EHT in 2019), the deep field observations of the early universe by the James Webb Space Telescope, and the continuous exploration of the properties of dark matter and dark energy are opening a new era of human cognition of the universe. The universe is no longer regarded as a static background stage but is understood as a vibrant system with dynamic evolution, complex structure, and full of unknown substances and energy forms.
Sixth dimension: Systematic Innovation in Life Sciences Research. This is the in-depth development of the modern natural science system in the field of life sciences. In addition to the aforementioned breakthroughs at the gene and cell levels, advancements in brain science and neuroscience (such as the application of technologies like electroencephalography, magnetoencephalography, functional magnetic resonance imaging (fMRI), and optogenetics), research on aging biology and longevity (such as strategies like NAD+ metabolism, telomerase activation, and Senolytics for clearing senescent cells), and technologies for the prevention and treatment of major infectious diseases and

chronic diseases together form a three-dimensional landscape of life sciences research.
Seventh dimension: Co-evolution of Modern Cultural Knowledge System and Advanced Nervous Systems. This is the humanistic dimension of the modern natural science system. The consciousness, perception, cognition, and feedback control capabilities of the human brain's advanced nervous system are not static biological givens but a dynamic system that continuously evolves through continuous interaction with the natural environment, social environment, and technological environment. The breadth and depth of the modern cultural knowledge system provide unprecedented cognitive resources for this evolution; and the evolution of the advanced nervous system, in turn, shapes human capabilities to create, disseminate, and apply knowledge. This two-way interaction constitutes the internal driving force of civilizational progress.
Eighth dimension: Major Discoveries in Fundamental Theories of Natural Science. This is the theoretical cornerstone of the modern natural science system. From the improvement of the standard model of particle physics (the discovery of the Higgs boson in 2012 completed the last piece of the puzzle of the standard model) to the continuous exploration of fundamental issues in quantum mechanics (such as quantum entanglement, quantum teleportation, and quantum supremacy), and from the development of complex system theory and nonlinear science to the intersection of statistical physics and information theory, breakthroughs in basic theories provide the source for innovations in applied technologies.
Ninth dimension: Innovation in Social Sciences and General Education. This is the social dimension of the modern natural science system. The great development, breakthroughs, and advancement of social productive forces will inevitably lead to corresponding changes in production relations, social structure, cultural forms, and ways of thinking. The integration of Liberal Arts Education and STEM education, the contemporary development of the philosophy of science and social philosophy, and the improvement of science communication and public scientific literacy are all specific manifestations of this dimension.
Tenth dimension: The Epochal Call of Industrial Wisdom Revolution and Planetary Revolution. This is the comprehensive direction and value destination of the aforementioned nine dimensions. The ultimate significance of the modern natural science system lies not only in the accumulation of knowledge and the progress of technology but also in leading all of humanity towards a new era of intelligent civilization, rational civilization, and interstellar civilization. This is not science fiction nor mythological legend but a reasonable deduction and firm belief based on the development trends of contemporary science and technology.

1.3 Methodological Elucidation: Systematic, Interdisciplinary, and Historical Materialist Perspectives

The methodology of this book is based on three basic principles.
First, the Systems Theory Principle. The modern natural science system must be understood as a Complex Adaptive System, in which there are nonlinear, feedback, and emergent interactions between its components. We refuse to

simplify scientific development into the linear progress of a single technology, but instead emphasize the collaborative evolution between technology clusters, disciplinary networks, and social systems. This principle requires us to always pay attention to the relevance of specific scientific fields to other fields and their functional positioning in the overall system when analyzing them.

Second, the Interdisciplinary Integration Principle. A prominent feature of contemporary scientific development is the blurring of traditional disciplinary boundaries and the vigorous growth of emerging interdisciplinary fields. The emergence of new disciplines such as biophysics, chemical biology, astrobiology, computational social sciences, and neuroeconomics indicates that knowledge integration has become a major source of scientific innovation. The writing of this book will fully embody this principle, and when discussing specific topics, it will consciously introduce theoretical perspectives and methodological tools from related disciplines. As academic literature points out, interdisciplinary integration is not only a combination of knowledge content but also a systematic coordination and reconstruction at the methodological level. Its highest level is methodological synthesis, that is, the use of dialectical categories such as system, structure, causality, randomness, and regularity to achieve an overall grasp of the general laws of the development of nature, society, and thinking.

Third, the Historical Materialism Principle. We insist on examining the development of science and technology within the overall framework of the historical process of human society. Science and technology are not abstract knowledge systems suspended above social practice but products of the development of social productive forces under specific historical conditions, and in turn, promote changes in production relations and social forms. This principle requires us to maintain critical reflection on the social consequences, ethical impacts, and value orientations of science and technology while praising their great achievements.

1.4 Structure of the Book and Reading Guide

This book has fifteen chapters, forming a complete logical closed loop from basic theory to applied practice, from microscopic mechanisms to macroscopic systems, and from historical review to future prospects.

Chapters 1 to 3 form the general discussion part of the book, establishing the civilizational coordinates of the modern natural science system from three dimensions: historical position, productivity transformation, and spatial expansion.

Chapters 4 to 8 form the core scientific part of the book, delving into major breakthroughs in basic and frontier fields such as life sciences, information sciences, cosmology, and particle physics.

Chapters 9 to 11 form the technological application part of the book, focusing on practical issues in the frontiers of life sciences, materials science, and energy and climate systems.

Chapters 12 to 14 form the social and humanistic part of the book, exploring topics such as artificial intelligence.